

#2

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 23 APR 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

102 15 822.3

Anmeldetag:

10. April 2002

Anmelder/Inhaber:

SEW-EURODRIVE GmbH & Co, Bruchsal/DE

Bezeichnung:

Umrichtersystem, Verfahren und Umrichter

IPC:

H 02 M 5/40

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Mai 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoiß

Beschreibung:

- 5 Die Erfindung betrifft ein Umrichtersystem, Verfahren und einen Umrichter.

Umrichter zur Versorgung von Elektromotoren sind allgemein bekannt. Dabei wird meist aus einer Netzwechselspannung mittels Gleichrichter eine Zwischenkreisspannung erzeugt, die zur Versorgung eines Wechselrichters vorgesehen ist. Beim generatorischen Betrieb wird die entstehende Energie mittels eines Bremswiderstandes, der von einem Brems-Chopper, also einem elektronischen Leistungsschalter, bestromt wird, verbraucht. Die am Bremswiderstand entstehende Wärme muss abgeführt werden, wofür ein entsprechendes Bauvolumen vorzusehen ist, insbesondere auch für Luftstömung. Für jeden Elektromotor ist außerdem ein Umrichter notwendig.

- 15 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zur kostengünstigen Versorgung mehrerer Elektromotoren aufzuzeigen, wobei die Lösung auch möglichst kompakt ausgeführt sein soll.

- 20 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei dem Umrichtersystem nach den in Anspruch 1 oder Anspruch 11, bei dem Verfahren nach den in Anspruch 14 und bei dem Umrichter nach den in Anspruch 17 angegebenen Merkmalen gelöst.

Wesentliche Merkmale der Erfindung bei der Adaptervorrichtung sind, dass das

- 25 Umrichtersystem

- zumindest ein Versorgungsmodul, das eine unipolare Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellt,
 - ein oder mehrere Antriebsmodule, die von der Zwischenkreisspannung speisbar sind und jeweils zumindest einen Wechselrichter zur Versorgung mindestens eines Elektromotors, insbesondere eines Synchronmotors oder Asynchronmotors, umfassen,
 - mindestens ein Puffermodul zur Speicherung von Energie
- umfasst. Von Vorteil ist dabei, dass das Puffermodul Energie zwischenspeicherbar macht, die von sich im generatorischen Betrieb befindenden Antriebsmodulen erzeugt wird. Insbesondere ist das Puffermodul zeiteabschnittsweise, insbesondere bei
- 35 generatorischem Betrieb mindestens eines Antriebsmoduls, mit Energie speisbar und

- danach ist gespeicherte Energie vom Puffermodul zumindest an die Antriebsmodule abgebar. Weiterer Vorteil ist der modulare Aufbau. Denn bei dem Umrichtersystem werden die Module je nach Anwendung zusammen kombiniert und somit die Bauteilvielfalt reduziert gegenüber einem System aus separaten Umrichtern. Sich im
- 5 generatorischen Betrieb befindende Module und sich im motorischen Betrieb befindende Module sind über den Zwischenkreis verbunden und können also gegenseitig Energie ausgleichen. Außerdem belastet das Puffermodul das Netz nicht, weil dem Kondensator des Puffermoduls nur bei Überschreiten eines ersten kritischen Wertes der Zwischenkreisspannung Strom zugeführt wird, also die Stromzufuhr gesteuert erfolgt.
- 10 Bei einer bevorzugten Ausführung umfasst zumindest ein Versorgungsmodul einen Gleichrichter zur Erzeugung von Gleichspannung aus einer Wechselspannung, insbesondere aus einer dreiphasigen Netz-Wechselspannung. Von Vorteil ist dabei, dass das Umrichtersystem aus einem industriellen oder haushaltsüblichen
- 15 Wechselspannungsnetz versorgbar ist.
- Bei einer bevorzugten Ausführung umfasst zumindest ein Versorgungsmodul eine Rückspeisung oder es ist eine Rückspeisung als Modul mit der Zwischenkreisspannung und der Wechselspannung, insbesondere einer dreiphasigen Netz-Wechselspannung,
- 20 zum Zurückspeisen vom Zwischenkreis ins Netz verbindbar. Von Vorteil ist dabei, dass im generatorischen Betrieb erzeugte Energie, die nicht vom Puffermodul zwischenspeicherbar ist, in das Netz rückspeisbar ist und somit die Energiekosten verringerbar sind.
- 25 Bei einer bevorzugten Ausführung umfasst zumindest ein Versorgungsmodul einen elektronischen Leistungsschalter, der von der Zwischenkreisspannung getriebenen Strom auf eine an einem Ausgang des Versorgungsmoduls angeschlossene Vorrichtung durchleitbar oder sperrbar macht, abhängig von der Ansteuerung des elektronischen Leistungsschalters. Von Vorteil ist dabei, dass der elektronische Leistungsschalter zum
- 30 Steuern des Stromes für einen Bremswiderstand und/oder für ein Puffermodul verwendbar ist und somit zwischenkreisspannungsabhängig Energie an das Puffermodul abgibt.
- Bei einer bevorzugten Ausführung ist die Ansteuerung des elektronischen
- 35 Leistungsschalters mit einem Mittel zur Spannungserfassung der Zwischenkreisspannung verbunden. Von Vorteil ist dabei, dass die Ansteuerung abhängig von der Zwischenkreisspannung ausführbar ist, insbesondere also bei Überschreiten von

kritischen Werten ein Schalten oder eine gepulste Betriebsart des Schalters ausführbar ist.

Bei einer bevorzugten Ausführung umfasst das Puffermodul einen Kondensator, dessen Kapazität derart größer ist als die Summe aller, an der Zwischenkreisspannung direkt anliegenden Kondensatoren. Dabei ist zu beachten, dass der Kondensator des Puffermoduls nicht direkt mit dem Zwischenkreis verbunden ist sondern über weitere Mittel, wie beispielsweise Dioden. Von Vorteil ist bei diesem Wert der Kapazität, dass ein Bremswiderstand einsparbar ist, der hohe Temperaturen aufweist und ein großes Bauvolumen, insbesondere zur Kühlung, erfordert. Außerdem wird dann die Energie nicht in Wärme umgewandelt sondern von Kondensatoren des Puffermoduls als elektrische Energieform rückspeisbar an die am Zwischenkreis angeschlossenen Antriebsmodule gehalten. Somit wird der Energieverbrauch vermindert und die Energiekosten werden gesenkt.

Bei einer bevorzugten Ausführung umfasst das Puffermodul einen Kondensator, dessen Kapazität derart dimensioniert vorgesehen ist, dass im motorischen Betrieb bei Nennlast die Zwischenkreisspannung einen weniger als halb so großen Wechselspannungsanteil aufweisen würde, wenn der Kondensator direkt mit dem Zwischenkreis verbunden wäre, als der Wechselspannungsanteil wäre bei nicht derart verbundenem Kondensator. Diese Eigenschaft dient nur der Definition des Wertes der Kapazität des Kondensators. In der erfindungsgemäßen Ausführung ist der Kondensator des Puffermoduls nicht direkt mit dem Zwischenkreis verbunden. Er wird nämlich mit weiteren Mitteln zwischenkreisspannungsabhängig beladen oder entladen. Von Vorteil ist bei dieser Dimensionierung, dass das Puffermodul mit einem Kondensator kleinen Bauvolumens ausführbar ist, relativ gesehen zu der Summe der Bauvolumina der Zwischenkreiskondensatoren der dem Umrichtersystem entsprechenden separaten Umrichter. Insbesondere ist ein kostengünstiger Folienkondensator verwendbar. Somit ist das Bauvolumen des Umrichtersystems insgesamt klein und das Umrichtersystem insgesamt kostengünstig herstellbar, insbesondere bei Verwendung eines Versorgungsmoduls mit Rückspeisung.

Bei einer bevorzugten Ausführung wird ein an einem Ausgang des Versorgungsmoduls angeschlossenes Puffermodul vorgesehen, das einen Kondensator umfasst, dessen Ladestrom zumindest vom elektronischen Leistungsschalter beeinflussbar und/oder steuerbar ist. Von Vorteil ist dabei, dass der Kondensator je nach Anwendung dimensionierbar ist und Energie aus dem Kondensator an Antriebsmodule oder

gegebenenfalls an ein eine Netzurückspeisung umfassendes Versorgungsmodul
rückspeisbar ist.

- Bei einer bevorzugten Ausführung umfasst das Puffermodul PM zumindest einen
5 Elektrolyt-Kondensator. Von Vorteil ist dabei, dass das Puffermodul mit großen
Kapazitäten vorsehbar ist.

Wesentliche Merkmale der Erfindung bei dem Umrichtersystem sind, dass zur Bildung
des Umrichtersystems

- 10 - zumindest ein Versorgungsmodul, das eine unipolare Zwischenkreisspannung zur
Verfügung stellt,
- ein oder mehrere Antriebsmodule, die von der Zwischenkreisspannung speisbar
sind und jeweils zumindest einen Wechselrichter zur Versorgung mindestens
eines Elektromotors, insbesondere eines Synchronmotors oder Asynchronmotors,
15 umfassen,
- und mindestens ein Puffermodul zur Speicherung von Energie

über ein Bussystem zumindest elektrisch verbindbar sind, wobei das Bussystem

- 20 - zumindest zwei Starkstrom-Leitungen (+,-) zum Führen der
Zwischenkreisspannung
- und eine Starkstrom-Leitung BRC zur elektrischen Verbindung des oder der
Versorgungsmodule mit dem oder den Puffermodulen
umfasst. Von Vorteil ist dabei, dass das Bussystem derart gestaltbar ist, dass
25 verschiedene Module anschließbar sind und an der Zwischenkreisspannung anlegen zur
Entnahme von Energie oder zum Einspeisen von Energie in den Zwischenkreis.

- Bei einer bevorzugten Ausführung weisen die Module, wie Puffermodul oder
Antriebsmodule, Versorgungsmodul und gegebenenfalls weitere Module, jeweils eine
30 gleichartige Schnittstelle zur elektrischen und mechanischen Verbindung mit dem
Bussystem auf. Insbesondere ist die Schnittstelle bei allen Modulen gleichgeartet
ausgeführt. Von Vorteil ist dabei, dass ein System geschaffen wird, das hoch flexibel ist
und an die jeweiligen Anwendungen angepasst werden kann. Beispielsweise kann ein
Rückspeisemodul bei einem bestehenden Umrichtersystem hinzugefügt werden, um
35 Energie einzusparen, oder es kann ein Puffermodul oder ein größeres Puffermodul
angeschlossen werden. Außerdem können verschiedene Antriebsmodule angeschlossen
werden.

Wesentliche Merkmale der Erfindung bei dem Verfahren sind, dass zum Betrieb eines Puffermoduls bei einem Umrichtersystem, umfassend

- zumindest ein Versorgungsmodul VM, das eine unipolare Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellt,
- ein oder mehrere Antriebsmodule AM, die aus der Zwischenkreisspannung speisbar sind und jeweils zumindest einen Wechselrichter zur Versorgung mindestens eines Elektromotors umfassen,
- mindestens ein Puffermodul PM zur Speicherung von Energie

10 wobei

- die Zwischenkreisspannung erfasst wird,
- bei Überschreiten eines ersten kritischen Wertes der Zwischenkreisspannung das Puffermodul PM mit Energie gespeist wird, wenn die generatorische Leistung von ersten Antriebsmodulen insgesamt die motorische Leistung von zweiten Antriebsmodulen übersteigt,

15

das Puffermodul an die von der Zwischenkreisspannung versorgten Module Energie rückspeist, wenn die motorische Leistung von Antriebsmodulen insgesamt die generatorische Leistung übersteigt. Von Vorteil ist dabei, dass die Zwischenkreisspannung überwacht wird, wobei mehrere Antriebsmodule angeschlossen sind, die sich über den Zwischenkreis Energie übertragen können. Somit ist die Anzahl der Fälle, bei denen die Zwischenkreisspannung einen kritischen Wert übersteigt, reduziert. Außerdem ist auf diese Weise ein einziges Puffermodul für mehrere Antriebsmodule verwendbar, das bei entsprechender Dimensionierung kleiner wählbar ist als die Summe der Kapazitäten der Zwischenkreiskondensatoren entsprechender separater Umrichter. Dies reduziert die Kosten und das Bauvolumen. Darüber hinaus genügt ein einziger Leistungsschalter zum Schalten beziehungsweise ein einziges Erfassen von Zwischenkreisspannung für mehrere Antriebsmodule.

20

25

30

35

Bei einer bevorzugten Ausführung wird bei Überschreiten eines zweiten kritischen Wertes der Zwischenkreisspannung ein Bremswiderstand bestromt zur Vernichtung von Energie, wenn die generatorische Leistung von ersten Antriebsmodulen insgesamt die motorische Leistung von zweiten Antriebsmodulen übersteigt. Von Vorteil ist dabei, dass das Umrichtersystem bei einem entsprechenden Anwendungsfall auch zusätzlich mit einem Bremswiderstand umfassenden Modul ausstattbar ist und somit die Zwischenkreisspannung im zulässigen Bereich haltbar ist. Dabei ist der kritische Wert für das Schalten des Bremswiderstandes verschieden ausführbar vom kritischen Wert für das Schalten des Pufferkondensators. Besonders vorteilhafterweise kann also bei

kurzfristigem generatorischem Betrieb Energie im Puffermodul gespeichert werden und bei langfristigem im Bremswiderstand verbraucht werden.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführung sind zweiter und erster kritischer Wert
5 identisch. Von Vorteil ist dabei, dass das Verfahren besonders einfach ausführbar ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bezugszeichenliste

	VM	Versorgungsmodul
	AM	Antriebsmodul
5	PM	Puffermodul
	M	Elektromotor
	BRC	elektrischer Anschlusspunkt
	1	Gleichrichter
10	2	Mittel zur Spannungserfassung
	3	Ansteuerung
	10	Lademittel
	C1	Kondensator
15	C2	Kondensator
	D1, D2	Dioden
	T1	elektronischer Leistungsschalter

Die Erfindung wird nun anhand von Abbildungen näher erläutert:

- In der Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Umrichtersystem gezeigt, bei dem ein Versorgungsmodul VM einen Gleichrichter 1 umfasst, der aus einer dreiphasigen Netz-Wechselspannung, also Drehspannung, eine Zwischenkreisspannung (Bezugszeichen +, -) erzeugt, wobei ein Kondensator C1 zur Verminderung von elektromagnetischen Störungen vorgesehen ist. Am Kondensator C1 liegt die Zwischenkreisspannung direkt an.
- 10 Mittel 2 zur Spannungserfassung sind mit der Ansteuerung 3 eines elektronischen Leistungsschalters T1 verbunden, der somit bei Überschreiten eines kritischen Wertes durch die Zwischenkreisspannung vom sperrenden in den leitenden Zustand versetzbar ist. Der Kondensator C2 ist über diesen elektronischen Leistungsschalter T1 aufladbar.
- 15 Mit der Zwischenkreisspannung (+,-) werden auch die Antriebsmodule AM gespeist, die jeweils Wechselrichter zur Versorgung von Elektromotoren, insbesondere Asynchronmotoren oder Synchronmotoren, umfassen. Außerdem sind in den Antriebsmodulen AM auch elektronische Schaltungen integriert, die zur Ausführung von Steuer- und/oder Regelverfahren dienen. Die Antriebsmodule AM ähneln also im
- 20 Wesentlichen Umrichtern, ausgenommen Gleichrichtung und Zwischenkreiskondensator C1. Außerdem ist auch das Puffermodul und gegebenenfalls weitere Module, wie Rückspeisungsmodul oder ein einen Bremswiderstand umfassendes Modul, nicht im Antriebsmodul.
- 25 Über das Lademittel 10, das in einem ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel als elektrischer Widerstand ausführbar ist, wird der Kondensator C2 geladen und somit der maximale Ladestrom begrenzt.
- Bei anderen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen werden als Lademittel 10
- 30 induktive Elemente oder Kombinationen von induktiven Elementen mit elektrischen Widerständen vorgesehen.
- Die Kapazität des Kondensators C1 ist derart klein gewählt, dass im motorischen Nennbetrieb und bei abgetrenntem Puffermodul der Wechselanteil der
- 35 Zwischenkreisspannung im Wesentlichen dem Wechselanteil gleicht, der vorhanden wäre, wenn der Kondensator C1 nicht vorhanden wäre. Der Kondensator C1 ist nicht als Elektrolytkondensator ausgeführt, sondern beispielsweise als Folienkondensator

ausführbar. Auch bei angeschlossenem Puffermodul im Nennbetrieb ändert sich am Wechselanteil der Zwischenkreisspannung im Wesentlichen nichts, solange alle Antriebsmodule im motorischen Betrieb sind. Erst wenn infolge eines generatorischen Betriebs die Zwischenkreisspannung einen ersten kritischen Wert übersteigt, wird das
5 Puffermodul mit Energie geladen und nach Beenden des generatorischen Betriebs in den Zwischenkreis zurückgespeist. Bei einem industrieüblichen 400V-Drehspannungsnetz liegt dieser Wert über 600 V, beispielsweise vorteilhafterweise bei 800 V oder mehr.

Der Kondensator C2 ist als Elektrolytkondensator ausgeführt. Seine Kapazität ist derart
10 groß, dass bei Ersetzung des Kondensators C1 durch C2 eine derartige Glättung der Zwischenkreisspannung vorhanden wäre, dass der Wechselanteil weniger als halb so groß wäre wie im vorgenannten Fall. Dieses direkte Verbinden mit dem Zwischenkreis würde allerdings das Netz belasten, da bei ungeladenem Kondensator große Ladeströme entstehen. Insbesondere wäre dann auch eine Begrenzung des Ladestroms erforderlich,
15 beispielsweise mit einem Ladewiderstand. Bei dem vorliegenden erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel ist der Kondensator C2 nicht direkt mit der Zwischenkreisspannung sondern nur indirekt über weitere Mittel verbunden, wie über die Lademittel 10 und den elektronischen Leistungsschalter. Bei anderen erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist der Kondensator C2 mittels anderer oder weiterer Mittel mit der
20 Zwischenkreisspannung verbunden, aber nie direkt.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 wird der Kondensator im generatorischen Betrieb mit Energie gespeist, wenn die Zwischenkreisspannung einen kritischen Wert überschritten hat. Bei Anschluss von mehreren Antriebsmodulen gibt es
25 Betriebszustände, bei denen ein Teil der Antriebsmodule generatorisch und ein anderer Teil motorisch betrieben wird. Wesentlich ist dann selbstverständlich, ob insgesamt Energie an den Zwischenkreis zugeführt wird, also die Zwischenkreisspannung sich erhöht, oder Energie dem Zwischenkreis entnommen wird.

30 In der Figur 1 ist der elektrische Anschlusspunkt mit Bezugszeichen BRC gekennzeichnet. An diesem wird das Puffermodul PM mit den Lademitteln 10 angeschlossen.

Die Diode D1 hat Schutzfunktion für die Bauelemente, insbesondere den elektronischen
35 Leistungsschalter T1, wobei die Diode D1 als Freilaufdiode für die Lademittel 10 wirkt. Die Diode D2 ermöglicht das Abgeben der gespeicherten Energie vom Kondensator C2 an den Zwischenkreis beim Entladen, indem Strom über die Diode D2 fließt.

In der Figur 2 ist ein erfindungsgemäßes Umrichtersystem mit zwei Antriebsmodulen gezeigt. Der Zwischenkreis, umfassend die beiden Leitungen + und - für die Zwischenkreisspannung und die Leitung BRC zur Durchleitung von Pufferstrom an das Puffermodul, ist als Bussystem ausgeführt, an das die Antriebsmodule mit ihrer jeweiligen Schnittstelle angeschlossen sind.

Zur Bildung des Umrichtersystems sind also

- 10 - zumindest ein Versorgungsmodul VM, das eine unipolare Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellt,
 - ein oder mehrere Antriebsmodule AM, die von der Zwischenkreisspannung speisbar sind und jeweils zumindest einen Wechselrichter zur Versorgung mindestens eines Elektromotors, insbesondere eines Synchronmotors oder Asynchronmotors, umfassen,
 - 15 - und mindestens ein Puffermodul PM zur Speicherung von Energie über das Bussystem elektrisch und mechanisch verbindbar sind, wobei das Bussystem
 - zumindest zwei Starkstrom-Leitungen (+,-) zum Führen der Zwischenkreisspannung
 - und eine Starkstrom-Leitung BRC zur elektrischen Verbindung des oder der
 - 20 Versorgungsmodule mit dem oder den Puffermodulen
- umfasst. Dabei ist das Bussystem vorteilhaft als Verschienungssystem ausführbar, in das die Module einsteckbar sind. Dazu weisen die Module, wie Puffermodul PM oder Puffermodule, Antriebsmodule AM, Versorgungsmodul VM und gegebenenfalls weitere Module, jeweils eine Schnittstelle zur elektrischen und mechanischen Verbindung mit
- 25 dem Bussystem auf. Insbesondere ist diese Schnittstelle bei allen Modulen gleichgeartet ausgeführt. Statt eines Verschienungssystems sind auch gleichwirkende Bussysteme verwendbar. Wesentlich vorteilhaft ist aber ein Bussystem verwendbar, das zur Aufnahme der genannten jeweils gleichartig ausgeprägten Schnittstelle an verschiedenen diskreten Positionen oder sogar unendlich vielen Positionen geeignet ausgeführt ist.

30

Das Versorgungsmodul kann bei einem weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel eine Netzurückspeisung umfassen. Bei einem anderen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel kann die Netzurückspeisung auch als eigenständiges Modul ausgeführt werden mit wiederum einer gleichartigen Schnittstelle zur Verbindung mit dem

35 Bussystem.

Insbesondere das erfindungsgemäße Verfahren der zwischenkreisspannungsabhängigen Zuleitung von Energie aus dem Zwischenkreis an einen Kondensator mit großer Kapazität, ist auch mit einem einzelnen Umrichter vorteilhaft realisierbar.

Patentansprüche:

1. Umrichtersystem, umfassend

- zumindest ein Versorgungsmodul VM, das eine unipolare Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellt,
- 5 - ein oder mehrere Antriebsmodule AM, die von der Zwischenkreisspannung speisbar sind und jeweils zumindest einen Wechselrichter zur Versorgung mindestens eines Elektromotors, insbesondere eines Synchronmotors oder Asynchronmotors, umfassen,
- mindestens ein Puffermodul PM zur Speicherung von Energie

10

2. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Puffermodul zeitabschnittsweise, insbesondere im generatorischen Betrieb
- 5 mindestens eines Antriebsmoduls, mit Energie speisbar ist und danach gespeicherte
Energie zumindest an die Antriebsmodule abgebar ist.
3. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 10, zumindest ein Versorgungsmodul VM einen Gleichrichter 1 zur Erzeugung von
Gleichspannung aus einer Wechselspannung, insbesondere aus einer dreiphasigen
Netz-Wechselspannung, umfasst.
4. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 15, zumindest ein Versorgungsmodul VM eine Rückspeisung umfasst oder eine
Rückspeisung mit der Zwischenkreisspannung und der Wechselspannung, insbesondere
einer dreiphasigen Netz-Wechselspannung, verbindbar ist.
- 20 5. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche;
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein Versorgungsmodul VM einen elektronischen Leistungsschalter T1 umfasst,
der von der Zwischenkreisspannung getriebenen Strom auf eine an einem Ausgang BRC
des Versorgungsmoduls angeschlossene Vorrichtung durchleitbar oder sperrbar macht,
- 25 abhängig von der Ansteuerung 3 des elektronischen Leistungsschalters T1.
6. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ansteuerung 3 des elektronischen Leistungsschalters T1 mit einem Mittel 2 zur
- 30 Spannungserfassung der Zwischenkreisspannung verbunden ist.
7. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Puffermodul PM einen Kondensator umfasst, dessen Kapazität größer ist als die
- 35 Summe aller an der Zwischenkreisspannung direkt anliegenden Kondensatoren.
8. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die am Zwischenkreis direkt anliegende Kapazität des Versorgungsmoduls VM und ein vom Puffermodul PM umfasster Kondensator derart dimensioniert vorgesehen sind, dass im motorischen Betrieb bei Nennlast die Zwischenkreisspannung einen weniger als halb

- 5 so großen Wechselspannungsanteil aufweisen würde, wenn der Kondensator des Puffermoduls direkt am Zwischenkreis direkt am Zwischenkreis angeschlossen wäre, als der Wechselspannungsanteil bei samt Kondensator entferntem Puffermodul ist.

9. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

- 10 **dadurch gekennzeichnet, dass**

als eine an einem Ausgang BRC des Versorgungsmoduls VM angeschlossene Vorrichtung das Puffermodul PM einen Kondensator umfasst, dessen Ladestrom zumindest vom elektronischen Leistungsschalter T1 beeinflussbar und/oder steuerbar ist.

- 15 10. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Puffermodul PM zumindest einen Elektrolyt-Kondensator umfasst.

11. Umrichtersystem

dadurch gekennzeichnet, dass

zur Bildung des Umrichtersystems

- 5 - zumindest ein Versorgungsmodul VM, das eine unipolare Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellt,
- ein oder mehrere Antriebsmodule AM, die von der Zwischenkreisspannung speisbar sind und jeweils zumindest einen Wechselrichter zur Versorgung mindestens eines Elektromotors, insbesondere eines Synchronmotors oder
- 10 Asynchronmotors, umfassen,
- und mindestens ein Puffermodul PM zur Speicherung von Energie

über ein Bussystem zumindest elektrisch verbindbar sind, wobei das Bussystem

- 15 - zumindest zwei Starkstrom-Leitungen (+,-) zum Führen der Zwischenkreisspannung
 - und eine Starkstrom-Leitung BRC zur elektrischen Verbindung des oder der Versorgungsmodule mit dem oder den Puffermodulen
- umfasst.

20

12. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Module, wie Puffermodule PM, Antriebsmodule AM, Versorgungsmodule VM und

- 25 gegebenenfalls weitere Module, jeweils eine Schnittstelle zur elektrischen und mechanischen Verbindung mit dem Bussystem aufweisen.

13. Umrichtersystem nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 30 die Schnittstelle bei allen Modulen gleichgeartet ausgeführt ist.

14. Verfahren zum Betrieb eines Puffermoduls bei einem Umrichtersystem, umfassend
- zumindest ein Versorgungsmodul VM, das eine unipolare Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellt,
 - ein oder mehrere Antriebsmodule AM, die aus der Zwischenkreisspannung speisbar sind und jeweils zumindest einen Wechselrichter zur Versorgung
- 5 mindestens eines Elektromotors umfassen,
- mindestens ein Puffermodul PM zur Speicherung von Energie

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Zwischenkreisspannung erfasst wird,
- 10 - bei Überschreiten eines ersten kritischen Wertes der Zwischenkreisspannung das Puffermodul PM mit Energie gespeist wird, wenn die generatorische Leistung von ersten Antriebsmodulen insgesamt die motorische Leistung von zweiten Antriebsmodulen übersteigt,
- das Puffermodul an die von der Zwischenkreisspannung versorgten Module
- 15 Energie rückspeist, wenn die motorische Leistung von Antriebsmodulen insgesamt die generatorische Leistung übersteigt.

- 20 15. Verfahren nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

bei Überschreiten eines zweiten kritischen Wertes der Zwischenkreisspannung ein Bremswiderstand bestromt wird zur Vernichtung von Energie, wenn die generatorische Leistung von ersten Antriebsmodulen insgesamt die motorische Leistung von zweiten

25 Antriebsmodulen übersteigt.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,

dadurch gekennzeichnet, dass

zweiter und erster kritischer Wert identisch sind.

30

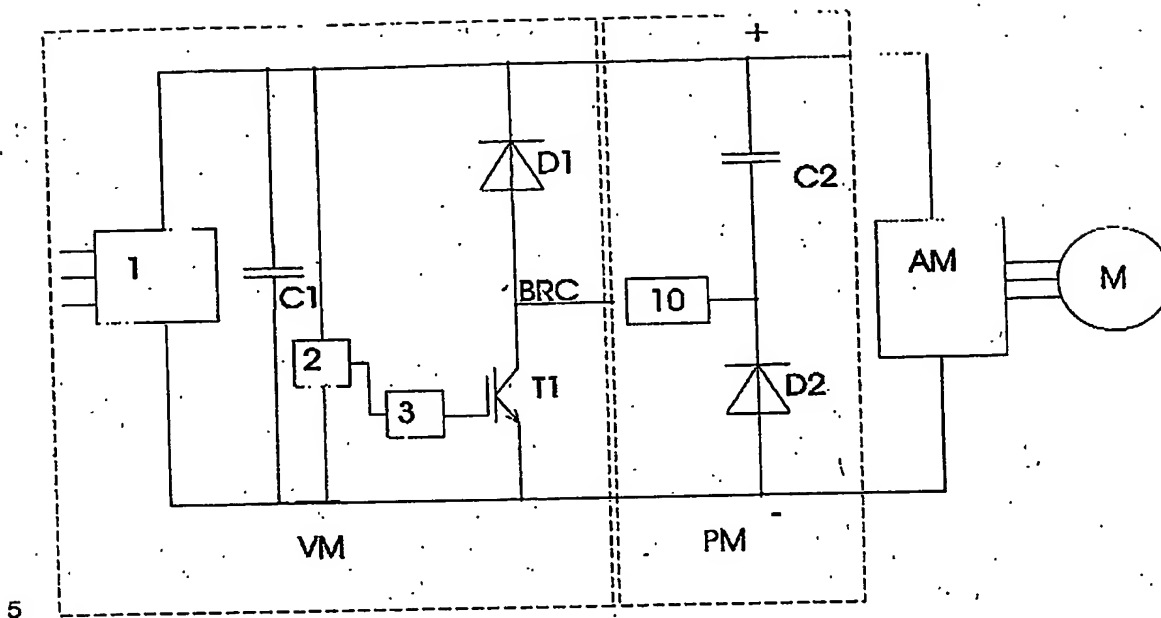
17. Umrichter zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 14, 15 oder 16,
- 5 wobei der Umrichter einen Gleichrichter zur Erzeugung von Zwischenkreisspannung und einen von der Zwischenkreisspannung versorgten Wechselrichter umfasst,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 der Umrichter derart gestaltet ist, dass ein nicht direkt mit der Zwischenkreisspannung verbundener Kondensator zwischenkreisspannungsabhängig von einem elektronischen Leistungsschalter gesteuert speisbar ist,
- und dass Energie vom Kondensator an den Zwischenkreis abgebar ist,
- 15 und dass am Zwischenkreis direkt anliegende Kapazität und die Kapazität des Kondensators derart dimensioniert vorgesehen sind, dass im motorischen Betrieb bei Nennlast die Zwischenkreisspannung einen weniger als halb so großen Wechselspannungsanteil aufweisen würde, wenn der Kondensator direkt am
- 20 Zwischenkreis angeschlossen wäre, als der Wechselspannungsanteil bei entferntem Kondensator ist.

25

Zusammenfassung:

Umrichtersystem und Verfahren, umfassend

- 5 - zumindest ein Versorgungsmodul VM, das eine unipolare Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellt,
- ein oder mehrere Antriebsmodule AM, die aus der Zwischenkreisspannung speisbar sind und jeweils zumindest einen Wechselrichter zur Versorgung mindestens eines Elektromotors umfassen,
- 10 - mindestens ein Puffermodul PM zur Speicherung von Energie



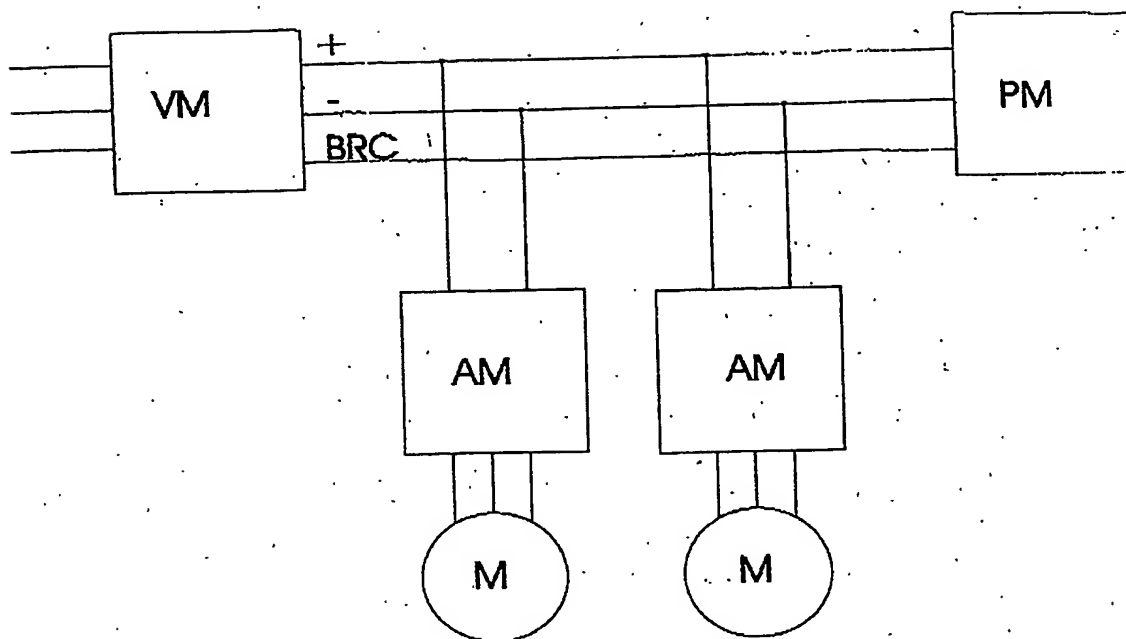


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.